

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2003-515976

(P2003-515976A)

(43) 公表日 平成15年5月7日(2003.5.7)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 4 L 27/36

27/38

識別記号

F I

H 0 4 L 27/00

データベース(参考)

F 5 K 0 0 4

G

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2001-540483(P2001-540483)
 (86) (22) 出願日 平成12年11月22日(2000.11.22)
 (85) 翻訳文提出日 平成14年5月22日(2002.5.22)
 (86) 国際出願番号 PCT/US 00/32009
 (87) 国際公開番号 WO 01/039454
 (87) 国際公開日 平成13年5月31日(2001.5.31)
 (31) 優先権主張番号 60/167,023
 (32) 優先日 平成11年11月23日(1999.11.23)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

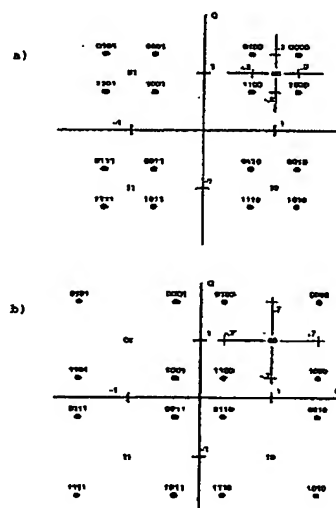
(71) 出願人 トムソン ライセンシング ソシエテ ア
 ノニム
 Thomson Licensing
 S. A.
 フランス国, エフ-92100 ブローニュ
 ビヤンクール, ケ アルフォンス ル
 ガロ, 46番地
 (72) 発明者 ティモシー フォレスト セトル
 アメリカ合衆国 46278 インディアナ州
 インディアナポリス ベリアー ドライ
 ブ 7618
 (74) 代理人 弁理士 谷 義一 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 変化するグループ化係数を有するヒエラキカルQAM伝送システム

(57) 【要約】

ヒエラキカルQAMシステムによれば、相対コンステレーションポイントをエンベッドすることによって、異なるソースを送送することができる。QAM伝送システムは、レベル(1)およびレベル(2)データストリームのソースを含んでおり、各データストリームは連続するシンボルを搬送する。レベル(1)およびレベル(2)データストリームのソースに接続されているヒエラキカルQAMトランスミッタは、ヒエラキカルQAM信号を生成する。このヒエラキカルQAM信号において、レベル(1)シンボルがI-Qプレーンの4つのクォドラントのうち1つにおけるデータポイントによって表され、レベル(2)シンボルがそのレベル(1)データポイントを含むクォドラントの中心点を取り囲む4つのサブクォドラントのうちの1つにおけるデータポイントによって表される。レベル(2)データポイントは、レベル(1)およびレベル(2)データストリームのビット誤り率パフォーマンスをより密に一致させるように設定されたグループ化係数だけその中心点から離れて配置されている。



BEST AVAILABLE COPY

信号発生器と

を備えたことを特徴とする伝送システム。

【請求項5】 請求項3において、前記QAM信号発生器は、

前記グループ化係数に設定された利得を有する可変利得増幅器であって、前記重み付けされたレベル2 Q P S K 信号を生成する可変利得増幅器と、

前記レベル1 Q P S K 信号と前記重み付けされたレベル2 Q P S K 信号を結合する信号コンバイナと

を備えたことを特徴とする伝送システム。

【請求項6】 請求項5において、前記可変利得増幅器は、約0.6と約0.7の間に設定された利得を有することを特徴とする伝送システム。

【請求項7】 請求項1において、前記ヒエラキカルQAMトランスミッタに接続した衛星地上局アンテナであって、前記ヒエラキカルQAM信号を人工衛星に送信するための衛星地上局アンテナをさらに備えたことを特徴とする伝送システム。

【請求項8】 連続するシンボルを搬送するレベル1およびレベル2データストリームを受信する入力部であって、レベル1シンボルがI-Qプレーンの4つのクォドラントのうちの1つにおけるデータポイントによって表され、レベル2シンボルが前記レベル1データポイントを含む前記クォドラントの中心点を取り囲む4つのサブクォドラントの1つにおけるデータポイントによって表され、前記レベル2データポイントが、前記レベル1およびレベル2データストリームのビット誤り率パフォーマンスをより密に一致させるように設定されたグループ化係数だけ中心点から離れて配置されている入力部と、

前記入力部で受信したデータストリームに応答し、復調されたデータストリームを生成する復調器と、

デコーダを含む信号処理ネットワークであって、レベル1およびレベル2データを生成するために復調されたデータストリームに応答する信号処理ネットワークと

を備えたことを特徴とするQAM受信システム。

【0004】

第2入力端子DATA2は第2誤り検出／訂正エンコーダ108の入力端子に接続されている。第2エンコーダ108の出力端子はレベル2QPSK変調器110の入力端子に接続されている。レベル2QPSK変調器110は利得Gを有する可変利得増幅器111の入力端子に接続されている。可変利得増幅器111の出力端子は信号コンバイナ106の第2入力端子に接続されている。信号コンバイナ106の出力端子は、結合され変調された信号を生成するものであり、伝送チャンネル200に接続されている。この図示の例では、この伝送チャンネルは直接衛星テレビ信号伝送システムであり、この伝送チャンネルには、トランスミッタ100における地上送信局（破線で表す送信アンテナで示す）と、この地上送信局からデータを受信し、そのデータを複数の地上受信局に再放送するための通信衛星（図示せず）とが含まれている。これら複数の地上受信局のうちの1つの地上局300を図1に示すが、これは、破線で示す受信アンテナで示すように、再放送されたデータ信号を受信し処理するものである。

【0005】

伝送チャンネル200の出力部はレベル1QPSK復調器302の入力端子に接続されている。レベル1復調器302の出力端子は第1誤り検出／訂正デコーダ304と遅延回路306のそれぞれの入力端子に接続されている。第1データコデーダ304の出力端子は出力端子DATA1'に接続され、リエンコーダ308の入力端子に接続されている。リエンコーダ308の出力端子は減算器310の減数入力端子に接続されている。遅延回路306の出力端子は減算器310の被減数入力端子に接続されている。減算器310の差分出力端子は第2誤り検出／訂正デコーダ312の入力端子に接続されている。第2デコーダ312の出力端子は第2データ出力端子DATA2'に接続されている。

【0006】

第1エンコーダ102は、動作中、第1データ信号DATA1を符号化し、周知の方法により誤り検出／訂正する。周知の誤り検出／訂正符号はどれもエンコーダ／デコーダ対102／304、108／312によってインプリメントすることができ、これら周知の誤り検出／訂正符号は、上記米国特許第5,966,412号

データの組に応答して、その接続された信号を4つのサブサブクォドラントのうちの1つのサブサブクォドラントに位置させる、という具合である。

【0008】

旧型のレシーバ（図1に破線300'で示す）は、受信した信号がI-Qプレーンのどこに位置するかを検出することができるレベル1 QPSK復調器302のみを含んでいる。この情報から、誤り検出／訂正デコーダ304は、受信した第1データストリーム内の対応する2つの符号化されたビットを決定することができる。誤り検出／訂正デコーダ304は、元の第1データ信号DATA1を表す受信したデータ信号DATA1'を生成するため、伝送チャネルによって生じたいかなる誤りもさらに訂正することができる。したがって、このようなレシーバは、付加的に変調されたデータ信号DATA2、(DATA3)、等々がある場合に、第1データ信号DATA1を適切に受信し復号し処理することができる。このようなレシーバにとって、レベル2（およびレベル3等）QPSK変調器によって組み込まれた信号は、単なるノイズとみえる。

【0009】

一方、高機能のレシーバ300は、受信した変調信号がどのクォドラントに位置するかを検出することができ、したがって第1データ信号DATA1を表す2つのデータビットの連続する組を受信し、復号し処理することができる。ついで、高機能のレシーバ300のリエンコーダ308は、指示されたクォドラントの中央に位置する理想信号を再生成し、それは受信した変調信号から減算される。この操作により、送信された信号クォドラントの中心点が原点に変換される。減算した残りがQPSK変調信号であって、0.5で重み付けされ、第2データ信号DATA2を表している。ついで、この信号がこの信号に対応する2ビットの組を示すどのサブクォドラントに位置するかを決定するため、この信号が第2デコーダ312によって復号される。したがって、第2データ信号DATA2を表す2つの受信したデータビットの連続する組が受信され、復号され、処理される、という具合である。このような伝送システムは、許容されるシンボルのコンステレーションとみられるものに対してクォドラチャ (quadrature) に、搬送波を変調することによってオペレートするものであり、QAM (quadrature amplitu

1、 $Q=1$ のようなI-Q信号を生成する。これら2ビットが「10」である場合、そのシンボルは右下のサブクォドラント内に位置し、レベル2変調器は $I=1$ 、 $Q=-1$ のようなI-Q信号を生成する。これら2ビットが「11」である場合、そのシンボルは左下のサブクォドラント内に位置し、レベル2変調器は $I=-1$ 、 $Q=-1$ のようなI-Q信号を生成する。可変利得増幅器111（図1）は、レベル2変調器110からの信号に0.5の重みによって重み付けし、したがって、サブクォドラント内の点はそのクォドラントの中心点に対して ± 0.5 に位置する。これらの位置のそれぞれを図2aの黒丸で示す。なお、4ビットの2進数は、第1組の2ビットを右側のビット対、第2組の2ビットを左側のビット対として、2ビットの第1組と第2組の組み合わせを示している。

【0012】

上記のようなヒエラキカルQAMシステムの異なるレベルによって、各データストリームにおけるビット誤り率のパフォーマンスが異なることが知られている。一般に、レベル1データストリームのビット誤り率は、レベル2（以上）のデータストリームのビット誤り率よりも良好である。しかし、ヒエラキカルQAM伝送システムの全体的なパフォーマンスは、異なるレベルによって、各データストリームのビット誤り率が同一であるときに、最適化される。したがって、伝送システムの全体的なビット誤り率を最適化するだけでなく、伝送システムの異なるレベルのそれぞれのビット誤り率をより綿密に一致させることが望ましい。

【0013】

（発明の概要）

本発明者は、クォドラント（またはサブクォドラント）内の送信されたコンステレーションデータポイントの間隔を変更することによって、レベル1およびレベル2データストリームの相対的なビット誤り率のパフォーマンスを変化させることができる、ことを理解している。このコンステレーションデータポイントの間隔は、これらのビット誤り率のパフォーマンスをより密に一致させるように設定されている。

【0014】

本発明の原理によれば、QAM伝送システムはレベル1およびレベル2データ

図3aはトランスミッタ100の一部を示す。レベル1シンボル(図1の第1エンコーダ102からの2ビット)は、レベル1変調器104のそれぞれの入力端子とgrayコードマッパー112とに接続されている。レベル1変調器104からのI(in-phase)信号は、第1加算器106(I)の第1入力端子に接続されており、レベル1変調器104からのQ(quadrature)信号は、第2加算器106(Q)の第1入力端子に接続されている。第1加算器106(I)と第2加算器106(Q)とを組み合わせることにより、図1の信号コンバイナ106が構成される。レベル2シンボル(第2エンコーダ108からの2ビット)は、レベル2変調器110の入力端子に接続されている。レベル2変調器110のI出力端子は、grayコードマッパー112のI入力端子に接続されており、レベル2変調器110のQ出力端子はgrayコードマッパー112のQ入力端子に接続されている。grayマッパー112のI出力端子は、第1加算器106(I)の第2入力端子に接続されており、grayマッパー112のQ出力端子は、第2加算器106(Q)の第2入力端子に接続されている。可変利得増幅器111は、減衰係数が0.5になるように調整され、grayコードマッパー112と信号コンバイナ106との間に接続されているが、図を簡略にするため図示しない。

【0017】

動作中、2つの符号化されたデータビットによって表されるレベル1シンボルが、レベル1エンコーダ102(図1)から受信される。レベル1シンボルは、周知の方法で変調された信号のクォドラントを表すIおよびQコンポーネント信号の組を生成するため、レベル1変調器104によってQPSK変調される。例えば、シンボルが0である場合、すなわち2ビットが00である場合、右上のクォドラントが示される($I=1$ 、 $Q=1$)。シンボルが1である場合、すなわち2ビットが01である場合、左上のクォドラントが示される($I=-1$ 、 $Q=1$)。シンボルが2である場合、すなわち2ビットが10である場合、右下のクォドラントが示される($I=1$ 、 $Q=-1$)。シンボルが3である場合、すなわち2ビットが11である場合、左下のクォドラントが示される($I=-1$ 、 $Q=-1$)。同様にして、レベル2シンボルは、周知の方法で変調された信号のサブクォドラントを表すIとQコンポーネント信号の組を生成するため、レベル2変調

負のQ値が正になる。したがって、レベル1シンボルが3である場合、I出力信号が負のI入力信号であり ($I_{out} = -I_{in}$)、Q出力信号が負のQ入力信号である ($Q_{out} = -Q_{in}$)。grayコードマッパー112によりこの機能が提供される。grayコードマッパー112によるIとQの値は、上記のように重み0.5によって重み付けされ (図を簡略にするため図示しない)、信号コンバイナ106によって、レベル1シンボルを表すIおよびQの値と結合される。その結果生じるコンステレーションを図2bに示す。

【0019】

このようなマッピングは、同様のgrayコードマッパーを使用するレシーバ300では、可逆である。図3cは、そのようなgrayコードマッパー314を含めてレシーバ300の一部を示す。図3cでは、リエンコーダ308の出力端子は、grayコードマッパー314の入力端子に接続されている。減算器310 (図1)からのI信号は、grayコードマッパー314のI入力端子に接続されており、減算器310からのQ信号は、grayコードマッパー314のQ入力端子に接続されている。grayコードマッパー314のI出力端子は、第2データコーダ312のI入力端子に接続されており、grayコードマッパー314のQ出力端子は第2デコーダ312のQ入力端子に接続されている。

【0020】

動作中、リエンコーダ308は、受信したレベル1シンボルの理想的な表現である信号を生成する。すなわち、受信したレベル1信号が右上のクォドラント内に位置すると判定された場合は、リエンコーダ308は値0を有する信号を生成し、左上のクォドラント内に位置すると判定された場合は値1、右下のクォドラント内に位置すると判定された場合は値2、左下のクォドラント内に位置すると判定された場合は値3を生成する。このシンボルはgrayコードマッパー314に供給される。減算器310からのI信号およびQ信号は、図3bに示すが、上記と同様の方法でgrayコードマッパー314によって処理される。当業者にとって当然のことであるが、レシーバ300内のgrayコードマッパー314は、図3aのgrayコードマッパー112と同一の方法でオペレートし、トランスミッタ100とは逆の機能をパフォームする。

区分し直列接続してある。同様に、第2誤り検出／訂正エンコーダ108は、外部エンコーダ108(O)と内部エンコーダ108(I)に区分し直列接続してある。他方で、レシーバ300の第1誤り検出／訂正デコーダ304は、内部デコーダ304(I)と外部デコーダ304(O)に区分し直列接続してある。同様に、第2誤り検出／訂正デコーダ312は、内部デコーダ312(I)と内部エンコーダ312(O)に区分し直列接続してある。上記米国特許第5,966,412号に開示されたように、外部エンコーダ／デコーダの対は、ブロック符号化技術、例えば、Hamming符号、Hadamard符号、巡回符号、Reed-Solomon(RS)符号をインプリメントし、一方、内部エンコーダ／デコーダの対は畳み込み符号をインプリメントしている。

【0024】

図4において、レベル2データストリームに使用される符号化は、レベル1データストリームに使用される符号化よりも強力である。具体的にいうと、レベル2データストリームの内部エンコーダ／デコーダの対で使用される畳み込み符号は、レベル1データストリームの内部エンコーダ／デコーダの対で使用される畳み込み符号よりも強力である。例えば、好ましい実施の形態では、第1内部エンコーダ／デコーダの対はレベル1のデータストリームを処理するが、レート(1/2)をインプリメントし、レート[]にパンクチャー(puncture)した、拘束長7の畳み込み符号をインプリメントしている。レベル2のデータストリームを処理する第2内部エンコーダ／デコーダの対は、パンクチャーせずに、レート(1/2)の畳み込み符号をインプリメントしている。レベル2のデータストリームの符号化は、レベル1のデータストリームの符号化よりも強力である。であるから、レベル1およびレベル2のデータストリームのビット誤り率のパフォーマンスがより密に一致し、伝送システムのパフォーマンスが全体的に最適化する。

【0025】

上述した図1に示したように、レベル1復調器302およびデコーダ304は、受信したコンステレーションからDATA1信号を協働して検出する。この検出されたDATA1信号を表す信号であって、リエンコーダ308からの再構築された理想信号が、受信したコンステレーションから減算され、その結果、検

子は、I L P F (low pass filter) 320の入力端子に接続してある。ローテータ321のQ出力端子は、Q L P F 322の入力端子に接続してある。I L P FおよびQ L P Fの各出力端子320および322は、マグニチュード計算回路324の対応する入力端子に接続してある。マグニチュード計算回路324の出力端子はリエンコーダ308に接続してある。

【0028】

動作中、ローテータ321は、受信した全ての値を、それらの値が受信されたクォドラントから、周知の方法で、右上のクォドラントに回転する。図5は受信したコンステレーションを示し、複数の連続する受信した変調データポイントの位置を示す。受信データポイントは、4つのクォドラントすべての受信したコンステレーションポイントの仮定した位置の近傍にそれぞれ分散される。図6は、受信したコンステレーションの右上のクォドラントを示し、そのクォドラントのすべてのデータポイントは、ローテータ321によってこの右上のクォドラントに回転されたものである。図6のクォドラントは、送信されたコンステレーションポイントが事前に意図的に歪められたコンステレーション、及び／又は、伝送チャネル200のオペレーションによって歪められたコンステレーションを示す。ローテータ321からの、回転されたデータポイントのIコンポーネントは、 n 個のポイントのスライディング移動平均値でL P F 320においてローパスフィルタリングされる。本実施の形態では、スライディング移動平均値は先行する500個のデータポイントを使用して計算される。ローテータ321からの回転されたデータポイントのQコンポーネントも、同様にスライディング移動平均値でローパスフィルタリングされる。当業者にとって当然のことであるが、ローパスフィルタ320、322はそれぞれのI I Rデジタルフィルタを使用して構築することもできる。このローパスフィルタリングのオペレーションにより、当該クォドラントにおいて、受信データポイントの重心のIおよびQコンポーネントをそれぞれ生成する。重心のマグニチュードの推定値は、マグニチュード計算回路324で計算される。例えば、仮に $r_i[n]$ がフィルタリングされたインフェーズ (in-phase) Iコンポーネントであり、 $r_q[n]$ がフィルタリングされたクォドラチャ (quadrature) Qコンポーネントであるとすれば、重心のマグニ

1において係数0.5で重み付けされた後にレベル1変調器104によって生成されたコンステレーションと、信号コンバイナ106において、結合される。重み係数0.5は、グループ化係数と称され、次に詳述するように、レベル1およびレベル2のデータストリームの相対的なパフォーマンスを変えるために変更することができる。図2aを説明する。結果的に得られたコンステレーションは、等間隔のコンステレーションポイントにより構成される。

【0033】

上述したように、そのように編成 (arrangement) することにより、伝送システムは、レベル1データストリームのパフォーマンスが、ビット誤り率の観点から、レベル2データストリームのパフォーマンスよりも良好になる。グループ化係数を変更することによって、レベル1およびレベル2のデータストリームの相対的なパフォーマンスをより密に一致させることができる。

【0034】

図8aを説明する。可変利得増幅器の利得 (図1の111) は0.3に調整される。その結果得られるコンステレーションポイントは、クオドラントの中心点から0.3だけ離れて配置される。当業者であれば分かることであるが、図2aに示すコンステレーションにおいてよりも、図8aに示すコンステレーションにおいては、あるクオドラント内のコンステレーションポイントが、他のクオドラント内のコンステレーションポイントからより離れている。これに対して、あるクオドラント内におけるコンステレーションポイントは、図2aに示すコンステレーションポイントよりも互に近づいている。このようなシステムによれば、レベル1データ信号がどのクオドラントに入っているかの決定の正確性をより高くすることができるが、その反面、当該クオドラント内のレベル2データ信号のコンステレーションポイントの決定の正確性がより低くなるという犠牲をともなっている。したがって、図2aのシステムと比較すると、レベル1データストリームのパフォーマンスは向上するが、レベル2データストリームのパフォーマンスが低下する。

【0035】

図8bを説明する。可変利得増幅器 (図1の111) の利得は、0.7になる

のより詳細なブロック図である。

【図3 b】

grayコードマッパーのオペレーションを制御するデータを含むテーブルである

。

【図3 c】

grayコードマッパーをさらに含む、図1に示す伝送システムのそれぞれの部分のより詳細なブロック図である。

【図4】

異なるレベルに対する異なる誤り検出／訂正符号のオペレーションを示す、図1に示す伝送システムの一部のより詳細なブロック図である。

【図5】

受信したコンステレーションの図である。

【図6】

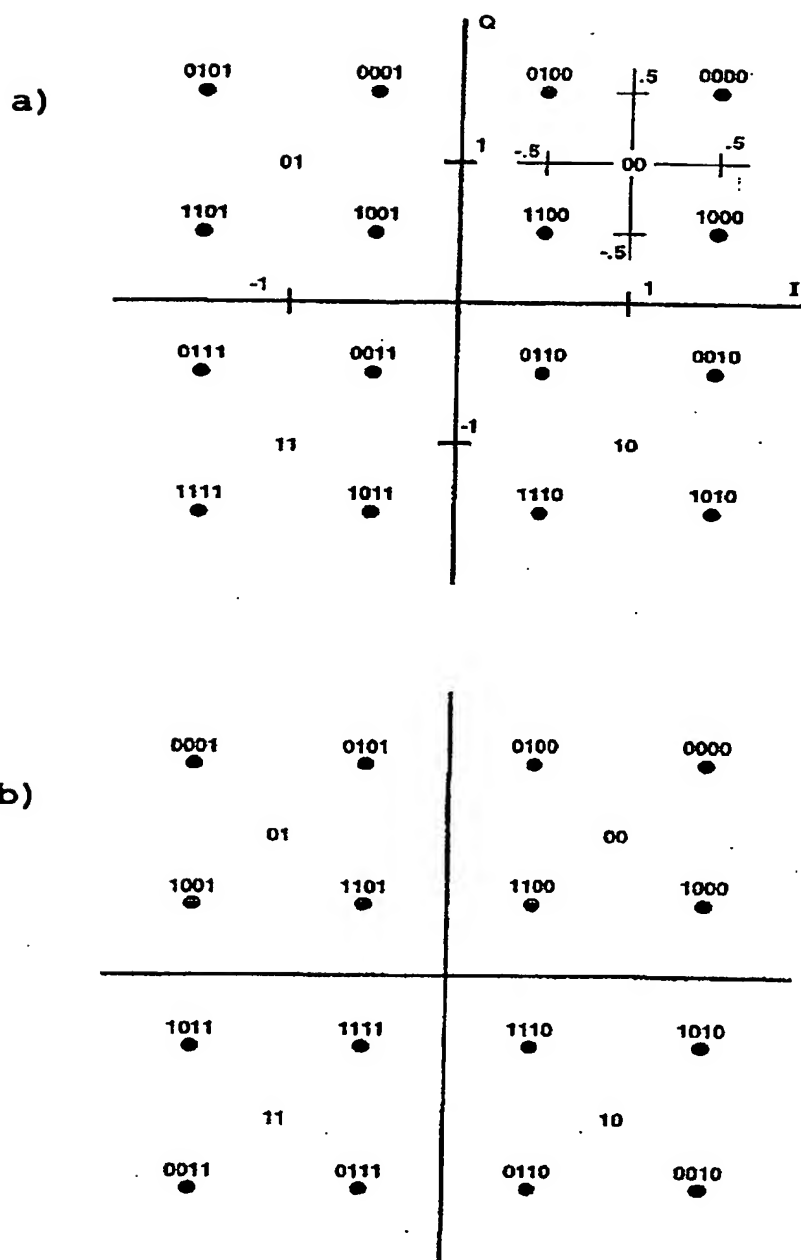
伝送チャネルによって歪んだ受信したコンステレーションの1つのクォドラントを示す図である。

【図7】

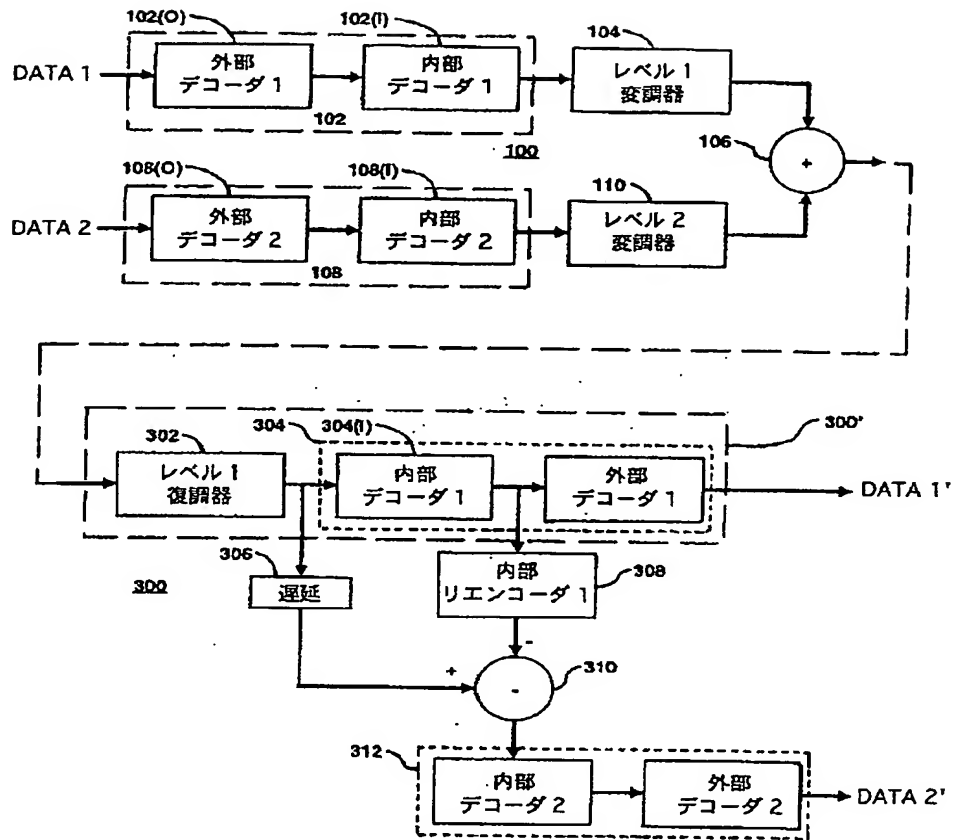
コンステレーションの受信したコンステレーションのクォドラントの重心を決定する回路のブロック図である。

【図8】

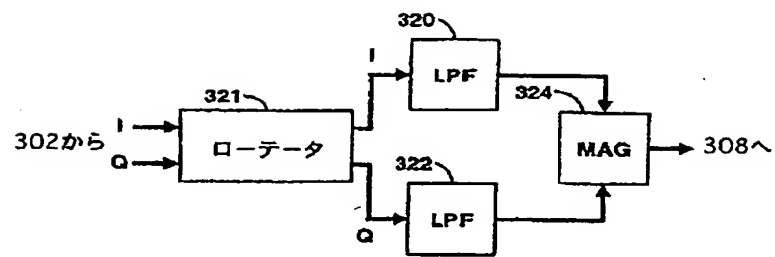
【図2】



【図4】



【図7】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In national Application No
PCT/US 00/32009

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H04L27/34		
According to International Patent Classification (IPC) into both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H04L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 594 505 A (TELEDIFFUSION FSE ;FRANCE TELECOM (FR)) 27 April 1994 (1994-04-27) column 12, line 3 - line 15 column 17, line 55 -column 18, line 2 figures 3F,5B	1-4,7,8
Y	US 5 710 754 A (KAWADA NOBORU ET AL) 20 January 1998 (1998-01-20) column 16, line 39 - line 52 figure 18A	5,6
Y	US 5 710 754 A (KAWADA NOBORU ET AL) 20 January 1998 (1998-01-20) column 16, line 39 - line 52 figure 18A	5,6
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document relating to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" documents published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is considered with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27 February 2001		Date of mailing of the international search report 09/03/2001
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 5518 Patentstr. 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-20340, Fax 31 851 890 41, Fax (+31-70) 340-3018		Authorized officer Farese, L

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.
PCT/US 00/32009

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0594505 A	27-04-1994	FR 2697395 A	29-04-1994
		DE 69318370 D	10-06-1998
		DE 69318370 T	03-09-1998
US 5710754 A	20-01-1998	EP 0552034 A	21-07-1993
		JP 2902246 B	07-06-1999
		JP 6169360 A	14-06-1994

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.